



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Oskari Wuorio

# Mittaustyöohje infratyömaalla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

30.10.2019

Tekijä Otsikko	Oskari Wuorio Mittaustyöohje infratyömaalla
Sivumäärä Aika	23 sivua + 1 liitettä 30.10.2019
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma
Ammatillinen pääaine	Infrarakentaminen
Ohjaajat	Työpäällikkö Tomi Piironen Lehtori Tapani Järvenpää
<p>Tämä mestarityö tehtiin Terrawise Oy:n toimeksiannosta vuonna 2019. Mestarityön tekemiseen johtanut ongelma on yhtenäisen mittaustyöohjeen puuttuminen yrityksen infratyömailla. Mestarityön tarkoitus on helpottaa mittauksen hallintaa kaiken kokoisilla infratyömailla.</p> <p>Työtä varten haastateltiin mittaustyönjohtajaa ja työmaapäälliköitä. Ohje on tehty heiltä saamien kommenttien avulla ja lisäksi opinnäytetyön tekijän omaan kokemukseen perustuen. Työssä on tutkittu infraurakoiden työselostuksia, infraRYL:iä ja yleisiä inframallivaatimuksia. Niistä saatujen tietojen perusteella on tehty ohjeen sisältö.</p> <p>Työn on tarkoitus toimia selkeänä ohjeena infratyömaan aloituksessa ja seurannassa. Tämä mestarityö on tarkoitettu avuksi henkilölle, joka vastaa työmaalla suoritettavista mittauksista sekä työmaan vastaavalle mestarille. Tämän ohjeen avulla pyritään säilyttämään infratyömaan laadun hallinta aina yhtä hyvällä tasolla työmaan koosta riippumatta.</p> <p>Mestarityössä perehdyttiin alalla tällä hetkellä esiintyviin ongelmiin mittauksen näkökulmasta. Työtä voidaan soveltaa kaikkiin infratyömailla tarvittaviin mittauksiin.</p>	
Avainsanat	mittaus, maarakennus, infra, rakennus

Author Title	Oskari Wuorio Surveying instruction for Infrastructure Construction
Number of Pages Date	23 pages + 1 appendices 30 October 2019
Degree	Bachelor of Construction manager
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	Infrastructure Construction
Instructors	Tapani Järvenpää, Senior lecturer Tomi Piironen, Area engineer
<p>This Bachelor's thesis aimed at facilitating the management of surveying on infrastructure construction sites, regardless of the size of the site. The goal was to create a clear guide to the start-up and monitoring of surveying since the company, Terrawise Ltd lacked an uniform surveying procedure for its infrastructure construction sites.</p> <p>For the thesis, the surveyor and site managers were interviewed. The instructions were based on their comments and the author's own experience. The thesis studied infrastructure contract reports, the online service InfraRYL and general infrastructure model requirements. Based on the information, the contents of the guide were made.</p> <p>The thesis was intended to assist the person in charge of the surveying at the site, as well as the person responsible for the site.</p> <p>The guide created during the final year project aims to maintain the level of quality control on an infrastructure construction site regardless of the size of the site. The bachelor's thesis examined the current problems in the field from the surveying point of view. The thesis can be applied to all infrastructure construction site surveys.</p>	
Keywords	survey, construction, infra

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet	1
2	Infrahankkeen asiakirjat mittauksen näkökulmasta	2
2.1	InfraRYL	2
2.2	YIV = Yleiset inframallivaatimukset	2
2.3	Työselostukset ja leikkaukset	4
3	Infratyömaan mittaus	5
3.1	Mittaus	5
3.1.1	Mittauksen Historiaa	5
3.1.2	GPS	6
3.1.3	Glonass	6
3.1.4	Galileo	6
3.1.5	Perinteiset mittausjärjestelmät	7
3.1.6	Nykyaikaiset mittausjärjestelmät	7
3.2	Työmaiden lähtötiedot	8
3.2.1	Mistä työmaiden lähtötiedot kerätään?	8
3.2.2	Miten työmaan lähtötietoja hyödynnetään?	10
3.3	Tietomallit	10
3.3.1	Tietomallit yleisesti	10
3.3.2	Tietomallit koneohjauksessa	11
3.3.3	Tietomallien hyödyntäminen koko rakennusallalla	12
3.3.4	Tietomallien ongelmat	12
3.3.5	Tietomallien hyödyntäminen infra-alalla	14
4	Mittaus rakenneosittain	15
4.1	Paikalleenmittaus ja tarkemittaus	15
4.2	Seurantamittaus	16

4.3	Tarkepisteiden vertailusuunnitelma. vs toteuma	17
5	Mittaustyöohje	18
5.1	Haastattelut	18
5.2	Ohjeen kehittäminen	18
6	Tulokset	19
6.1	Suositukset jatkotoimenpiteiksi	19
6.2	Kuvakaappauksia mittaustyöohjeesta	19
6.2.2	Eryisttarpeet mittaukselle	19
6.2.3	Mittauksen ajallinen tarve	20
6.2.4	Tarkkeiden mittaus	20
6.2.4	Tehtävät	20
7	Yhteenveto	22
	Lähteet	23
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelut	

## Lyhenteet ja käsitteet

BIM	Building Information Modelling
GPS	Global positioning system
InraRYL	Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset
SI-järjestelmä	Kansainvälinen yksikköjärjestelmä
Tarkepiste	Mittamiehen mittaama piste rakenteesta
Toteumapiste	Työkoneen mittaama tarkepiste valmiista rakenteesta
YIV	Yleiset inframallivaatimukset

## 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö toteutetaan Terrawise Oy:n toimeksiantona. Terrawise Oy on 2015 perustettu infra-alan yritys, jonka toimialoina ovat maa- ja viherrakentaminen, infra-rakentaminen, louhinta sekä kiviainesmyynti. Terrawise Oy toimii Uudellamaalla, Pirkanmaalla ja Varsinais-Suomessa. Terrawise Oy muodostui, kun seitsemän toimivaa tytäryritystä fuusioitiin TerraWise-konserniin 1.1.2018 alkaen. Nämä seitsemän yritystä olivat Konevuori Oy, JJ Kaivin ja Kallio Oy, Kanta kaivu Oy, Vihermali Oy, Ympäristörakennus Saارينen Oy, Kallioporaus Soininen Oy ja Cendigo Oy. Terrawisen liikevaihto on n. 100 miljoonaa euroa ja se työllistää tällä hetkellä 270 huippuammattilaista. Terrawisen omistaa yhtiön toimiva johto, avainhenkilöt sekä Sentic Partnersin hallinnoimat rahastot.

### 1.1 Tutkimuksen tausta

Infratyömaat ovat kehittyneet paljon viimeisen viiden vuoden aikana, koska koneohjaus on tullut työmaille jäädäkseen. Tämä on johtanut siihen, että mittamies, joka oli ennen työmaalla päivittäin, käy työmaalla enää vain n. kerran viikossa. Valtaosa mittamiehen työstä painottuu nykyisin tietokoneella suoritettavaan mallien tekemiseen ja mallien tarkastamiseen. Terrawise Oy halusi kehittää heidän mittaustyöohjettaan. Työn suunnittelun edetessä selvisi, että Terrawisellä ei ole ollut ollenkaan mittaustyöohjetta käytössä työmaillaan ja tätä asiaa lähdetään tässä opinnäytetyössä työstämään.

### 1.2 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet

Terrawise Oy halusi ohjeen, joka palvelisi työmaapäälliköiden ja mittaustyönjohtajien kommunikointia urakan alussa ja koko urakan ajan. Alusta asti olisi selvää, mitä mitataan ja millä toleransseilla, sekä millaisia malleja tarvitaan. Tästä tehtäisiin dokumentti, josta kumpikin osapuoli näkisi mitä oli sovittu alussa. Lisäksi pidettäisiin seurantakokouksia alussa sovitun tai työn edetessä ilmenneiden muutosten takia.

## 2 Infrahankkeen asiakirjat mittauksen näkökulmasta

Tässä luvussa käsitellään infra-alan asiakirjoja, joita tarvitaan inframittauksessa ja työnjohtamisessa.

### 2.1 InfraRYL

InfraRyl on kuvaus infrarakentamisen laatuvaatimuksista, jotka on laadittu yhdessä infra-alan kanssa.

Sisältötavoitteena InfraRYLillä on katsoa, että lopputulos määrittää rakennusteknisen laadun. Materiaaleille ja työlle on olemassa yleiset laatuvaatimukset sekä lähes kaikille lopputuotteille on esitetty valmiin rakenteen toleranssit.

Tekniset vaatimukset ja toimivuusvaatimukset ovat InfraRYL:n kaksi osaa. Tekniset vaatimukset pitävät sisällään sen, että valmistushetkellä rakenteen tulee täyttää tietyt vaatimukset. Rakennetta ja sen osien elinkaaren aikaista käyttäytymistä valvoo toimivuusvaatimukset.

### 2.2 YIV = Yleiset inframallivaatimukset

Inframallirakentamisen yleisinä ohjeina ja vaatimuksina toimivat yleiset inframallivaatimukset. Mukana ovat myös InfraBIM-nimikkeistö sekä tiedonsiirtoformaatit (kuva 1). ”Kolmikannan” tiedonhallintaan muodostavat nimikkeistö, formaatit ja mallinnusvaatimukset. Tiedonhallinta ei toimi, ellei ne ole kunnossa. Inframallivaatimukset on luotu käytettäväksi myös hankintojen yleisinä teknisinä viiteasiakirjoina.





Kuva 1. Yleiset inframallivaatimukset, InfraBIM-nimikkeistö ja tiedonsiirtoformaattien määrittely eli tiedonhallinnan "kolmikanta".

Koko elinkaaren kattavat yleiset inframallivaatimukset pitävät sisällään

- lähtöaineiston
- suunnittelun eri vaiheet
- rakentamisen ja rakennetun todentamisen
- tulevaisuudessa myös kunnossapidon ja käytön.

Infra-alan mallinnuskäytäntöjä pyritään ohjaamaan, kehittämään ja yhdenmukaistamaan mallinnusohjeiden avulla. Perusteina ohjeille on tämän hetken parhaat käytännöt, joita

tullaan päivittämään työvälineiden kehityksen ja jatkuvan osaamisen myötä. YIV 2019/1 on käytössä tällä hetkellä. (9. Buildingsmart).

### 2.3 Työselostukset ja leikkaukset

Rakennuskohteissa, jotka ovat tavanomaisia laatutason määrittämisksi riittää viittaus RYL: in täsmennettyyn kohtaan. Riittämättömiä ovat kuitenkin pelkkä yleisviittaus RYL: iin tai hyvään rakennustapaan. Haluttu laatuluokka on mainittava, koska lähes jokainen RYL:n laatuvaatimus sisältää toleransseja ja vaihtoehtoisia laatutasoja. Sellaisista töistä, jotka vaativat erityisiä tarvikkeita ja työkaluja tai yleistä erityistä tarkkuutta, poikkeavaa ammattitaitoa tai muuta erityistä, niin niistä vaaditaan erityinen työselostus. Miten tehdään on kysymys mihin työselostusten kuuluu vastata. Infra-alalla erityistä työselostusta vaativat työt ovat esimerkiksi massanvaihdot ja siirtymäkiilarakenteet. Suunnittelijat tekevät yleensä erityistä tarkkuutta vaativista töistä tai normaalista poikkeavista töistä leikkauskuvat. Kaivo, joka on erikoinen vaatii leikkauskuvan. Leikkauskuvat tulee selvittää työselostuksesta. Asuinrakennuksista, jotka ovat tavanomaisia, niin työselostuksia ei vaadita. Mittausten kannalta työselostukset ovat erityisen tärkeitä. Näiden avulla voidaan tarkistaa erityiset toleranssit, mitä eri osille vaaditaan. RYL:in viittaukset selviävät myös työselostuksesta, joka on äärimmäisen tärkeä asiakirja. (7. Rakennustieto)

### 3 Infratyömaan mittaus

Tässä luvussa käsitellään infratyömaan mittausta, mittauksen historiaa, erilaisia mittausjärjestelmiä ja satelliittijärjestelmiä. Luvussa käsitellään myös infratyömaan lähtötietojen keräämistä sekä Infra-alan tietomalleja sekä niiden ongelmia ja mahdollisuuksia infra-alalla.

#### 3.1 Mittaus

Tässä alaluvussa käsitellään mittauksen historiaa, mittauksessa tarvittavia satelliittijärjestelmiä, infratyömaan mittausta ja tarkastellaan erilaisia mittaustapoja sekä järjestelmiä. Infra-alan mittauksessa on ensiarvoisen tärkeää ottaa rakennettavat kohteet talteen ennen seuraavaa työvaihetta, jotta tästä jää dokumentti tilaajan suuntaan, jos he sitä vaativat. Dokumenttia on vaikea saada enää, kun mitattavan kohteen päällä on esimerkiksi neljä metriä maata.

##### 3.1.1 Mittauksen Historiaa

Maailmalla on aina käytetty erilaisia mittayksiköitä. Aluksi todennäköisesti on mitattu lukumäärien laskemiseksi. Ensimmäiset mittayksiköt ovat perustuneet ihmisten ruumiinmittoihin, esimerkiksi egyptiläiset mittasivat pituutta käsivarrella. Jalka on myös ollut mittayksikkönä pituudelle jo historiassa ja se on edelleen käytössä. Nykyään vakiintunut jalanmitta on 30,48 senttimetriä.

Historiassa mittayksiköt ovat olleet mielivaltaisia. Hallitsijat ovat käyttäneet omia ruumiinosiaan tiettynä mittana. Kuninkaan nenänpäästä hänen ojennettuun käteensä saattoi olla jaardin mittainen.

Järjestelmää alettiin yhtenäistää 1800-luvulla. Kaksitoista tieteilijää nimettiin suunnittelemaan yhtenäistä mittajärjestelmää, joka korvaisi aiemmat käytössä olevat. Metripohjainen järjestelmä toisella nimellä SI järjestelmä syntyikin vuosien työntuloksena. Kaikkialla maailmalla järjestelmää ei kuitenkaan otettu käyttöön muun muassa Isossa-Britanniassa parlamentti sääteli eri paino- ja mittalain. Tämän takia erehdyksiä voi edelleenkin sattua

esimerkiksi teollisuudessa, joissa osa käyttää SI-järjestelmää ja osa taas vanhoja naula- ja tuumamittoja. (4. Opetushallitus).

### 3.1.2 GPS

GPS eli Global Positioning System on amerikkalaisten maata kiertävien satelliittien järjestelmä, joka mahdollistaa tarkan paikanmäärityksen. Yhdysvaltain puolustushallinto ylläpitää sitä. Radiosignaalien lähettämiseen perustuva järjestelmä kiertää maata yli 20 000 kilometrin korkeudella ja kuudessa eri ratatasossa kiertää 24 satelliittia.

Tavoitteena olisi, että saatavilla olisi aika vähintään viisi satelliittia, olitpa sitten missä tahansa päin maapalloa. Suunnitelma oli luoda järjestelmä sotilas- ja siviilikäyttöön.

Satelliitit lähettävät tarkan kellonajan ja tiedon satelliitin sijainnista signaalina, joita laite vastaanottaa mahdollisimman monesta satelliitista samaan aikaan, näiden avulla laite sitten määrittelee oman sijaintinsa ja tähän koko GPS-laitteen toiminta perustuu. Laitteet ovat kehittyneet koko ajan ja kehittyä jatkossakin, nykyään 12-kanavaisia malleja ovat uusimmat GPS-vastaanottimet, jotka seuraavat jo kahtatoista satelliittia samanaikaisesti. (3. Navdata).

### 3.1.3 Glonass

Glonass on toimintaperiaatteiltaan GPS:n kaltainen Venäjän puolustusministeriön hallinnoima satelliittipaikannusjärjestelmä. Järjestelmä on usein väärin ymmärretty. Ne lisätään GPS-satelliittien sekaan samaan laskentakaavaan vastaanottimien sisälle, eikä käytetä erillisenä. Näin satelliittien lukumäärä kasvaa 50%. Koordinaatisto ja aika ovat eriä satelliittijärjestelmissä. Muunnos ja aikaero ratkaistaan käyttämällä yhtä satelliittia tähän tarkoitukseen. Venäjä laukaisee radalle kolme uutta satelliittia joka vuoden viimeisenä viikkona. (3. Navdata)

### 3.1.4 Galileo

Euroopan Unioni on myös ymmärtänyt lisäsatelliittien tärkeyden ja alkanut rakentamaan Galileo nimistä satelliittipaikannusjärjestelmää, jonka on arvioitu olevan valmis noin

vuonna 2020. Silloin voidaan tarjota huippu järjestelmää, joka käyttää kaikkia kolmea samaan aikaan eli GPS, Glonass ja Galileoa.

### 3.1.5 Perinteiset mittausjärjestelmät

Perinteisinä mittausjärjestelminä pidetään tasolaseria, putkilaseria ja vaaituskonetta. Nämä tuotteet ovat kehittyneet valtavasti ja niihin on tullut koko ajan lisää ominaisuuksia parantamaan työtehokkuutta. Vaikka koneohjaus valtaa markkinoita vauhdilla ei perinteiset mittausjärjestelmät ole poistumassa työmailta. Putket täytyy edelleen asentaa laseria käyttäen, koska koneohjausjärjestelmällä päästään ”kanamuna” tarkkuuteen, joka tarkoittaa tänä päivänä 1-3 cm katveettomilla alueilla, jos satelliitteja on runsaasti näkyvillä. Katveiset alueet ja tunnelit joudutaan vieläkin tekemään perinteisillä mittausjärjestelmillä. Tunneliinkin pystytään tekemään tukiverkko koneohjaukselle, mutta kustannukset nousevat pienemmissä tunnelihankkeissa vielä kohtuuttomiksi.

### 3.1.6 Nykyaikaiset mittausjärjestelmät

Satelliittien hyödyntäminen infra-alan mittauksessa on mullistanut koko alaa. Tämä on muuttanut erityisesti tarpeita mittauksen näkökulmasta, koska nykyään ei tarvitse käytännössä ”tikuttaa” työmaata ollenkaan. Maanrakennuskoneenkuljettajat näkevät mallista missä syvyydessä ja missä kohtaa työmaata he ovat työskentelemässä. 3D-laitteistot on saatavilla nykyään lähes kaikkiin maanrakennuskoneisiin. Kaivinkoneet, puskukoneet, pyöräkuormaajat ja tiehöylät saadaan kaikki ohjattua 3D-malleilla. Lisäksi kuljetuskalustoon on saatavilla kuormaseuranta laitteita, jotka automaattisesti lataavat työmaapäällikön tai kuormaseurannasta vastaavan henkilön tietokoneelle päivittäiset kuormamäärät ja laadut. Nykyään pystytään myös asentamaan kuljetuskaluston ohjelmistoon kippauspaikat eri materiaaleille ja osoittamaan reitit eli työmaatiet, joita pitkin materiaalit pitää kuljettaa. Tämä vähentää paljon turhaa ajamista työmaan sisällä. Nykyaikaiset mittausjärjestelmät ovat muuttaneet erityisesti mittamiesten työnkuvaa. Ennen oltiin lähes koko ajan työmaalla merkitsemässä tien reunoja tai kaivon paikkoja yms. Nykyään mittamiehen työ koostuu pääasiassa tietokoneella tehtävästä mallintamisesta ja tarkkeiden ottamisesta työmaalla. Nykyiset mittausjärjestelmät ovat myös lisänneet erittäin paljon

maarakennuskoneenkuljettajien vastuuta. Heidän täytyy osata hallita 3D-laitteistonsa ja lisäksi osata kalibroida työvälineensä, erilaiset kauhat yms. Lisäksi erittäin paljon vastuuta on tullut työmailla, jossa toteumapisteet mitataan maarakennuskoneen työvälineellä, oli se sitten tiehöylä kaivinkone tai puskukone. Kaikilla pystytään mittamaan toteutumia. Jotta kuljettajat osaisivat tämän tehdä täysin, oikein heillä täytyisi olla lähes mittamiehen koulutus. Tästä keskustellaan työmaalla usein. Vielä ainakin Terrawisen työmailla on päädytty siihen, että mittamies ottaa toteumapisteet omalla laitteellaan, jolloin se suoritetaan oikein. Toteumapisteiden mittauksessa pitäisi pyrkiä siihen, että maarakennuskoneenkuljettajat osaisivat toteuttaa tämän itse, koska laitteistossa on jo olemassa se mahdollisuus ja osa sitä osaa myös käyttää oikein.

### 3.2 Työmaiden lähtötiedot

Mittaukselle tarvitsee aina saada lähtötiedot. Millä tarkkuudella mitataan ja mitä tarvitsee ensinnäkin mitata. Urakan lähtötiedot saadaan jo tarjousvaiheessa, joten jo tässä vaiheessa on hyvä alkaa miettiä esimerkiksi. Mitä koneita urakka vaatii? Onko yrityksellä resursseja urakkaan?

#### 3.2.1 Mistä työmaiden lähtötiedot kerätään?

Työmaiden lähtötiedot kerätään urakka-asiakirjoista. Näitä asiakirjoja ovat tekniset asiakirjat. Asiakirjoihin kuuluvat InfraRYL, YIV, työselostukset, leikkaukset ja suunnitelma piirustukset. Lähtötiedot on aina luettava urakan alussa tarkkaan, jotta vältetään myöhemmin esiintyviltä ongelmilta. Seuraavalla sivulla muutama esimerkki työselostuksien kohdista, joissa on tarkennettu mitattavia kohteita.

1. Vehkalan alueen esirakentaminen painumatanko mittaukset. Ote työselityksestä

*Penkereen rakentamisen aikana painumamittaukset tehdään yhden viikonvälein. Mittausten yhteydessä mitataan myös penkereen korko.*

*Painumamittaukset suoritetaan:*

- 0-mittaus ennen penkereen rakentamista
- 1. mittaus penkereen rakentamisen jälkeen
- 2. mittaus viikon kuluttua rakentamisesta
- 3.-6. mittaus kahden viikon välein
- Seuraavat mittaukset kuukauden välein

2. Malmi – Ala-Tikkurila Runkovesijohdon rakentaminen välillä Yläkaskentie – Aisatie. Ote työselityksestä

- *Urakoitsija tekee rakennettavien johtojen tarkemittaukset tämän ohjeiston liitteenä olevan rakennettujen vesihuoltolinjojen maastokartoitusohjeen mukaan. Rakennettujen johtojen tarkemittaukset tehdään avoimesta kaivannosta työn edistymisen mukaan, ja toimitetaan HSY:lle valvojan kanssa sovittavissa vaiheissa. Rakennettavien johtojen lisäksi mitataan kaikki risteävät putket, kaapelit ja muut rakenteet. Mittausten lisäksi urakoitsija laatii ns. NR-kuvan kaikista vesi- ja viemärijohtojen muutoksista verrattuna alkuperäiseen suunnitelmaan ja ottaa valokuvia mm. paineellisten johtojen risteyksistä yms. kohteista. Ennen tarkemittausten aloittamista tulee urakoitsijan mittaustyönjohtajan olla yhteydessä HSY:n vesihuollon valvojaan ja sopia yhteisestä kokouksesta, jossa tarkistetaan, että urakoitsijan tarkemittaus ja kartoitustiedosto on HSY:n vesihuollon maastokartoitusohjeen mukainen. NR-piirustukset tulee toimittaa tilaajalle työn päätyttyä ns. punakynä - versiona. NR-piirustuksen laatimisesta on tämän työselostuksen liitteenä erillinen HSY:n ohje.*
  - *Painuma- ja pohjavedenpinnan mittaukset tulee suorittaa tämän työselostuksen kohdan 1439 mukaisesti työnaikaisen pohjaveden alennuksen piiriin sijoittuville rakennuksille.*
3. Vanhan Porvoontien parantaminen ja Tatti-kadun rakentaminen. Ote työselityksestä
- *Pontin asentamisen jälkeen jokaisen ponttilankun x-, y- ja alapään z-koordinaatti mitataan. Mittaustiedot toimitetaan pohjarakennussuunnittelijalle.*
  - *Vesi- ja viemärijohdot kartoitetaan ETRS-GK25 tasokoordinaatistoon ja N2000- korkeusjärjestelmään. Tarkkeessa on ilmoitettava käytetyt koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät.*

### 3.2.2 Miten työmaan lähtötietoja hyödynnetään?

Työmaan lähtötiedoissa viitataan usein InfraRYL:iin. Työmaan lähtötiedot antavat myös mittamiehelle hyvän pohjan 3D-mallin rakentamiselle. Infra-alalla ollaan vahvasti tällä hetkellä menossa siihen suuntaan, että tilaajalta suunnitelmat tulisivat valmiiksi 3D-pohjaisina ja urakoitsija tekisi näiden suunnitelmien pohjalta itselleen toteutusmallit, joiden mukaan rakennetaan.

## 3.3 Tietomallit

Tässä alaluvussa käsitellään tietomalleja Infra-alan näkökulmasta ja kehityskohtia tietomalleihin työmaan näkökulmasta.

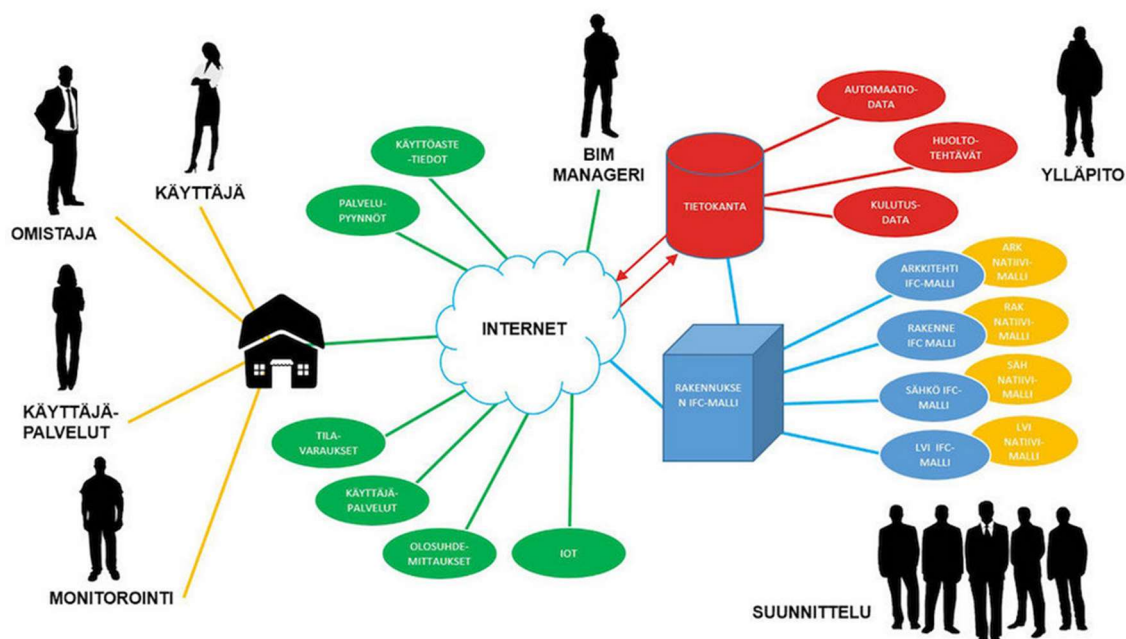
### 3.3.1 Tietomallit yleisesti

Tietomallilla tarkoitetaan digitaalisessa muodossa olevan rakennelman 3-ulotteista esittämistä ominaisuustietoineen. Ideaalitilanteessa yhden mallin avulla pyritään hallinnoimaan rakennelman elinkaarta aina suunnittelusta toteutukseen ja ylläpidon kautta purkamiseen (6. Buildingsmart).

Tietomallintaminen parantaa hankkeen sisäistä tiedon siirtoa aina suunnittelusta hallintaan. Puutteellisen tiedon siirron on todettu olevan rakennushankkeissa suurin yksittäinen syy hukan syntymiseen. Lisäksi menetelmällä saavutetaan säästöjä mm. materiaali- ja energiankulutuksissa. Modernit tietotekniset menetelmät hankinnassa mahdollistavat ko. sovellusten käytön myöhemmin omaisuudenhallinnassa.

Infran tietomallintaminen tarkoittaa yleisten avointen formaattien hyödyntämistä aina kun mahdollista (Inframodel, IFC). Se tarkoittaa myös digitaalisen tiedon tehokkaampaa hyödyntämistä järjestelmäriippumattomasti. Väylä on julkaissut inframalliohjeistuksen, jossa aihetta käsitellään tarkemmin. Alla havainnollistettu (kuva 2.) tietomallien koko elinkaaresta rakennusalaalla.





Kuva 2. Tietomallien koko elinkaari

### 3.3.2 Tietomallit koneohjauksessa

Tietomalli on jonkun kohteen esim. Rakennuksen tai infratyömaan tiedot digitaalisessa muodossa. Tietomalliin liitetään kaikki oleelliset suunnitelmat hankkeesta. Suunnitelmien pohjalta luodaan kolmiulotteisia kuvia, joiden varassa koneohjaus toimii. (8. Väylä). Koneohjauksessa hyödyntävissä työkoneissa on koneohjausjärjestelmän tietokone, joka lukee tietomallista saamaansa tietoa ja muodostaa siitä ajantasaisen kuvan koneen näytölle. Työkoneessa on oltava kaksi GPS-antennia, joista toinen mittaa sijaintia ja toinen korkeutta. Lisäksi työkoneen työlaitteissa on oltava asento anturit, jotta koneen sijainti saadaan määritettyä tietokoneelle ja myöskin kuljettajalle. Työkoneessa kuljettaja pystyy jatkuvasti seuraamaan korkeutta merenpintaan tai työkohteen suunnitelman osaan. Koneohjauksen on oltava jatkuvasti yhteydessä internettiin tai tukiasemaan, jotta saadaan korjausdataa luettua. Tietomallissa jokaiselle rakennusosalle on oma nimityksensä esim. Jakava yp, kantava yp, alin rakenne pinta (ARP) ja ylin yhdistelmäpinta (YYP). Tällöin koneenkuljettajan on helppo poimia tietomallista tarvitsemansa rakennusosa. Mallit pitävät sisällään tarkat mitta- ja sijaintitiedot pituus (X), leveys (Y) ja korkeus (Z), joten kaik-

kia malleja voidaan tarkastella kolmiulotteisesti. Jotta tietomallia voidaan tuottaa eri ohjelmilla, tarvitaan tiedonsiirtoon yhteinen tiedosto formaatti. Tähän tarkoitukseen on kehitetty yhteinen Inframodel -tiedonsiirtoformaatti. Lähes kaikki Liikenneviraston, ELY keskusten ja suurimpien kaupunkien suunnittelu hankkeet tehdään nykyään mallintamalla. Tietomallinnuksesta käytetään kirjainlyhennettä BIM. Alan yhteiselimenä toimiva Building Smart Finland kehittää jatkuvasti uusia toimintatapoja ja malleja.

### 3.3.3 Tietomallien hyödyntäminen koko rakennuslalla

Tietomalliin pystytään varmistamaan jo projektin alkuvaiheessa, että rakennuksen tilat ovat toiminnalliset ja ne pystytään toteuttamaan kohteen ilmeen mukaisesti.

Suunnitteluvaiheessa pystytään hyödyntämään 360-teknologiaa, jonka avulla voidaan tarkastella erilaisia materiaalivevaihtoehtoja sekä tilankäyttö- ja kalustusratkaisuja. Voidaan myös havainnollistaa kohteen ulkoalueet ja ympäristön kaupunkikuva. Asunomyynnissä voidaan hyödyntää virtuaaliesittelyä uusien kotien esittelyssä. Mahdolliset ostajat voivat itse tutustua asuntojen tietomalleihin omalla mobiililaitteella.

Tietomalleja käytetään myös rakentamisvaiheessa suunnitelmien arviointiin sekä työnsuunnitteluun. Työnjohtajat ja osa työmaiden rakentamisen ammattilaisista hyödyntävät mobiililaitteita työssään. Laitteiden avulla suunnitelmat ja 3D-mallit ovat saatavilla suoraan rakennustyömaan työpisteellä. Tietomallien avulla havainnollistetaan tulevia työvaiheita ja seurataan aikataulun toteutumista sekä hoidetaan työmaajärjestelyt sekä suunnitellaan työympäristö turvallisiksi. (10. Skanska)

### 3.3.4 Tietomallien ongelmat

Tilajaorganisaatioissa suurin osaamisvaje on käytännön toiminnassa. Työmaa tarvitsee tiettyä tietomallia, mutta tilaja ei tiedä mitä tilaa ja tämä johtaa ongelmiin työmaalla. Esimerkiksi. Suunnitelmamuutokset tulevat usein pelkkänä pdf-tiedostona, jolloin mittamiehellä on iso työ mallintaa tiedosto, tai tilaja on tilannut suunnitelmat siten että mallista puuttuu tiettyjä osia. Esimerkiksi jos suunnittelijalta tulee valmis malli, siinä ei välttämättä ole otettu huomioon eri rakennekerroksien paksuuksia tai esimerkiksi tienrakennuskohteessa tien leveyden muutoksia ei ole otettu huomioon mallissa.

Rakennushankkeisiin tilataan tietomalleja, joita hankkeen päätyttyä ei määrätietoisesti ylläpidetä ja näin ollen tietomalli menettää ajantasaisuutensa. Tietomallin ylläpitämiseksi tarvitaan rahaa ja aikaa, joita sitten laiminlyödään. On helpompaa ja halvempaa muuttaa tietoja 2D-suunnitelmiin, kuin 3D-malliin, joka on monimutkaisempi. Kiinteistönomistajilla saattaa olla hallussaan arvokkaita digitaalisia omaisuuksia, jotka kuitenkin menettävät arvonsa ylläpidon puutteen vuoksi, eikä tietomallia kannata myöhemmin enää ylläpitää, vaan on järkevämpää tehdä uusi.

Tietomalleja ei ole useista yrityksistä huolimatta saatu kiinteistöalalla otettua ylläpidon käyttöön, vaikka kustannuksista ja tuotoista suurin osa syntyy ylläpidon aikana. Syynä tähän on, ettei ylläpito tarvitse niin paljoa tietomallien tietoa. Josta johtuu se, että tilaaja taas ei ole ylläpidolle määritellyt tarpeeksi hyvin toimeksiannossaan ylläpidon tietotarvetta.

Tilaaja tilaa suunnittelijalta palveluja, jotka suunnittelija sitten tekee. Tarjouksia tehdesään suunnittelijat joutuvat jättämään hyviä, mutta ylimääräisiä tehtäviä tarjouksista pois, koska tarjouskilpailu on raakaa ja hinta ratkaisee.

Historiassa on jo kautta aikain pärjätty ilman ennen digitaalisia tietomalleja rakennuksien hoidossa ja huollossa. Näin toimitaan myös jatkossa, eikä tietomallia hyödynnetä rakennuksien käytössä ja ylläpidossa. Silti sitä kuitenkin ajetaan ylläpidon käyttöön entistä hankammin.

Tietoa pyritään suunnittelu- ja rakentamisprosessin aikana käyttämään tehokkaammin. Sen hyödyt ovat taloudellisia ja niillä on suuri aineeton merkitys. Talojen rakentamisen ohella tietomalleja voidaan käyttää myös kiinteistönhoidossa, valaistuksen suunnittelussa, tilaratkaisujen mitoittamisessa sekä moniin muihin tarkoituksiin. Hyvin voisi sanoa, että kiinteistöjen kustannustehokkaalle ylläpidolle tietomalli luo perustan ja siitä hyötyy tilankäyttäjät suuresti.

Ylläpidolle tietomallin yksi huomattavimmista hyödyistä on tiedon linkittäminen ja fyysisen rakennuksen yhdistäminen toisiinsa. Malliin ei tarvitse sitoa kaikkea tietoa, laitteiden huolto-ohjeet voisivat sijaita muualla tietoverkossa, kunhan kaikilla olisi yhteinen paikka

mihin ne tallennetaan. Yksilöllinen tunniste eri komponenteilla ja elementeillä mahdollistaisi sen, että ulkopuolinen tieto saataisiin sinne myös linkitettyä. Linkin avulla tietty talo (rakennusosa) tai langattoman sensorin mittaustieto (ylläpitotehtävä) saataisiin kohtamaan myös konkreettisesti.

Onnistuneeseen tietomallien käyttöönottoon vaaditaan tilaajalta hyvää ja suunnitelmallista tietomallien suunnittelun johtamista. Tämän takaamiseksi tietomallien sisältöä on kehitettävä, niin että se vastaa ylläpidon tarpeita. Yhtenäiset suunnittelukäytännöt taas ajaisivat sen, että esimerkiksi ylläpidettävät rakennusosat ja komponentit löytyisi mallista helposti. (11. Tekniikka ja talous lehti)

### 3.3.5 Tietomallien hyödyntäminen infra-alalla

Tietomallien hyödyntämisellä ei käytännössä ole rajoitteita infra-alalla. Tietomallien hyödyntämisen ”hidasteena” on yleensä suurien tilaajien esim. kaupungit ja suuret kunnat, joilla on vakiintuneet ja voidaan sanoa vanhentuneet toimintamallit, jotka ovat kehityksestä jäljessä. Teknisesti laitteilla voitaisiin tehdä paljon enemmän ja tehokkaammin. Toki urakoitsijatkin voisivat enemmän haastaa tilaajia erilaisiin toimintamalleihin, mutta yleensä, kun kyseeseen tulee raha, ei haluta lähteä kokeilemaan uutta vaan pysytään vanhoissa ”toimivissa” järjestelmissä. Mikä ei välttämättä olekaan enää se kustannustehokkain tapa. Esimerkkinä, tästä vaikka tarkkeiden / toteumapisteiden hyväksyminen. Osa tilaajista ei hyväksy maarakennuskoneella otettavia tarkkeita, vaikka käytännössä samalla tarkkuudella mittamies mittaa, jos mittamiehen käytössä on GPS-laitteisto eikä takymetri. Toki tässä toimintatavassa on hankalaa maarakennuskoneenkuljettajien ammattitaito mittauksen näkökulmasta ja tämä edellyttää, että kuljettajat osaavat kalibroida työvälineensä päivittäin.

## 4 Mittaus rakenneosittain

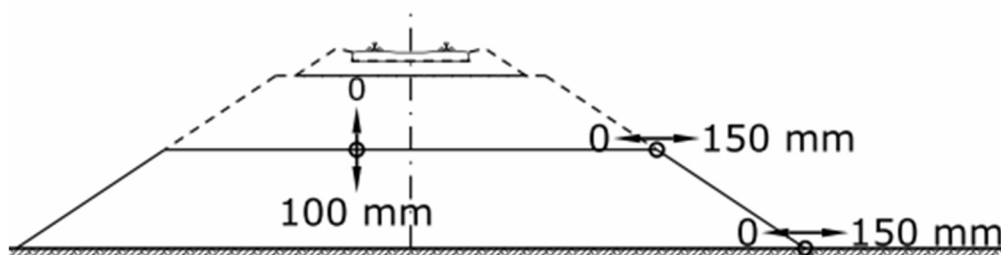
Tässä osiossa käsitellään mittauksia rakenneosittain infra-alalla ja perehdytään erilaisiin mittaustehtäviin ja mittaustoleransseihin.

### 4.1 Paikalleenmittaus ja tarkemittaus

Paikalleen mittauksella tarkoitetaan esimerkiksi tulevan rakennuksen mittaamista oikealle paikalleen. Tämä mittaus suoritetaan aina takymetrillä, jolloin saadaan mahdollisimman tarkka mittaus. Tarkemittauksella tarkoitetaan esimerkiksi leikkuupohjan penkereen yläpinnan korkojen mittausta. Tämä voidaan suorittaa GPS-mittauksena, koska maapenkereessä saa olla enemmän mittaustoleranssia: Ote InfraRYL:stä

#### 18110.4.1 Valmis maapenger, yleistä

Suurin sallittu keskimääräinen poikkeama alaspäin on 50 mm ja suurin sallittu yksittäinen poikkeama alaspäin 100 mm. Luiskan reunan suurin sallittu poikkeama vaakasuunnassa ulospäin on 150 mm. Alla olevassa (kuvassa 3) on havainnollistettu mittapoikkeamat. (InfraRYL 1800).



Kuva 3. 18110: K5.



#### 4.2 Seurantamittaus

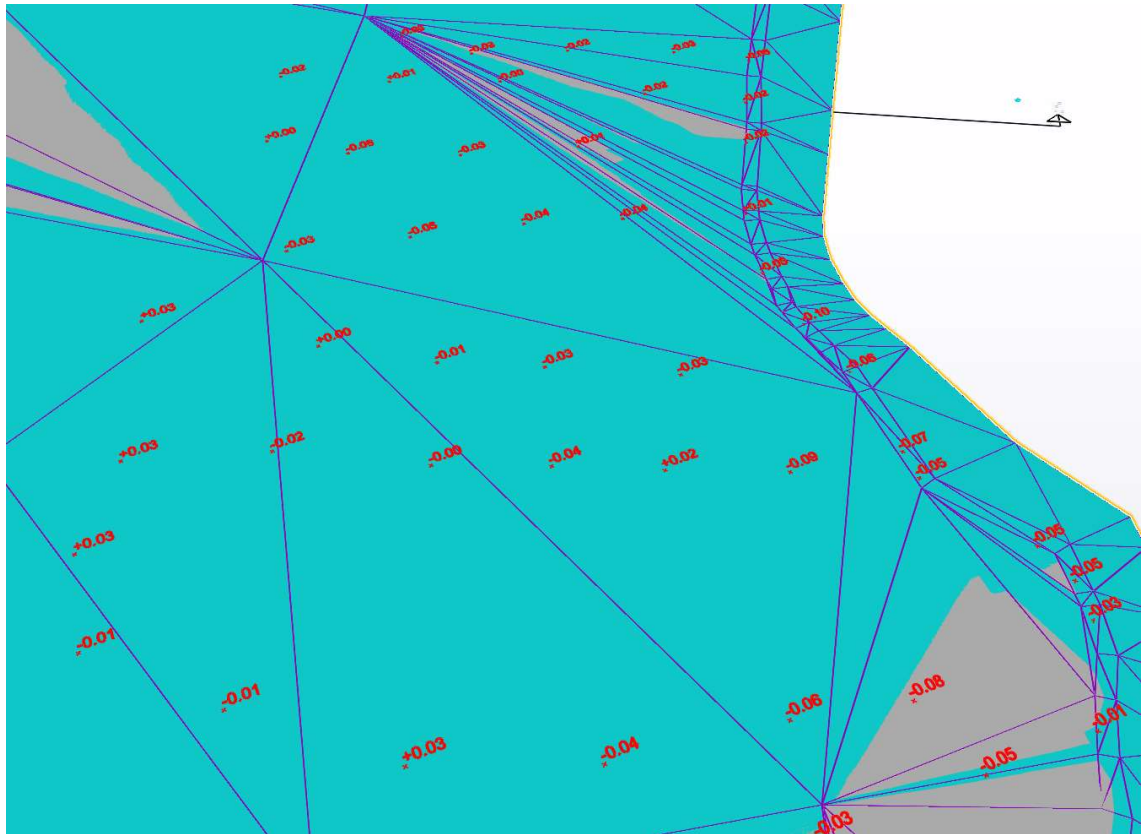
Seurantamittauksella tarkoitetaan esimerkiksi painumaseurantaa, jossa seurataan painumamittarin ”päättä” esimerkiksi viikoittain. Painumaseurantaa tehdään yleensä esimerkiksi paikoissa, johon rakennetaan esikuormituspenker. Seurantamittaukset suoritetaan lähes aina takymetrimittauksena, jotta saadaan mahdollisimman tarkka tulos. Alta löytyy (kuva 4) jossa on kuva painumamittarista.



Kuva 4. Painumamittari

#### 4.3 Tarkepisteiden vertailusuunnitelma. vs toteuma

Tarkepisteiden vertailua tehdään, jotta voidaan osoittaa tilaajalle, että urakoitsija on toiminut suunnitelmien mukaan. Edellä esimerkki vertailusta (kuva 5), jossa on verrattu suunniteltua pengertä toteutuneeseen.



Kuva 5. Punaisella olevat luvut ovat toteutuneita pisteitä ja alla turkoosilla näkyy suunnitelma.

## 5 Mittaustyöohje

Mittaustyöohje on tehty haastatteluista saamien kommenttien perusteella ja myöskin työpäälliköiden toiveiden mukaisesti. Mittaustyöohjeessa on pyritty saamaan kaikki tarvittavat asiat tiiviisti yhdelle dokumentille ja pyritty tekemään siitä mahdollisimman yksinkertainen, jotta se jaksetaan täyttää aina työmaan alussa ja myös päivittää työmaan edessä. mittaustyöohje löytyy liitteestä 1.

### 5.1 Haastattelut

Haastattelut toteutettiin sähköposti haastatteluina. Vastauksia tuli aika vähän, seitsemästä työmaapäälliköstä vastasi kaksi ja yksi vastaus mittaustyönjohtajalta.

### 5.2 Ohjeen kehittäminen

Ohjeeseen voidaan jälkikäteen lisätä urakkakohtaisesti tarvittavia kohtia. Toivottavaa olisi, että ohje saataisiin käyttöön mahdollisimman laajasti.



## 6 Tulokset

Haastattelut toteutettiin sähköpostihaastatteluin. Vastauksia tuli yhteensä kaksi kappaletta seitsemästä työmaapäälliköiltä ja yksi vastaus mittauspäälliköltä. Haastatteluista ilmeni, että ohjeen täytyy olla selkeä ja riittävän yksinkertainen. Seurantapalaverit halutaan ohjeen tueksi kaikissa vastauksissa, toki jatkuva yhteydenpito ei tule loppumaan. Vastauksista ilmeni, että ohjeeseen halutaan selkeä työnjako, mitä urakassa tarvitsee mitata ja minkä mittaukset esimerkiksi työmaapäälliköt pystyvät hoitamaan omilla työmaa GPS-laitteillaan. Ohjeeseen kaivattiin myös tietoa siitä, mitä toteumapisteitä kaivinkoneenkuljettajien tarvitsee tallentaa. Haastatteluiden pohjalta voi todeta, että mittaus-työohjeelle on todellakin tarvetta työmailla.

### 6.1 Suositukset jatkotoimenpiteiksi

Jatkotoimenpiteiksi suosittelen ohjeen päivittämistä urakkakohtaisiin tarpeisiin. Ohjeeseen kannattaa myös tehdä lisäyksiä, mikäli huomataan puutteita ajan kuluessa. Toteumapisteiden mittauksessa pitäisi pyrkiä siihen, että maarakennuskoneenkuljettajat osaisivat toteuttaa tämän itse, koska laitteistossa on jo olemassa se mahdollisuus ja osa sitä osaa myös käyttää oikein.

### 6.2 Kuvakaappauksia mittaus-työohjeesta

Terrawise Oy halusi pitää mittaus-työohjeen salaisena, jotta sitä ei päästä plagioimaan. Tässä muutama kuvakaappaus ohjeesta.

#### 6.2.2 Erityistarpeet mittaukselle

Työmailla esiintyy paljon erilaisia erityistarpeita mittaukselle, joten tähän kohtaan (kuva 6) laitetaan kaikki urakan erityistarpeita vaativat mittaukset

##### Erityistarpeet mittaukselle

Esim painumatanko mittaukset tai vanhat säilytettävät rakenteen, jotka joudutaan poistamaan ja asentamaan takaisin.

Kuva 6. Mittauksen erityistarpeet

### 6.2.3 Mittauksen ajallinen tarve

Mittayrityksen on hyvä urakan alussa tietää, paljonko urakka vaatii heiltä resursseja, joten kohtaan (kuva 7) mittauksen ajallinen tarve laitetaan suunniteltu mittamiehen viikoittainen ajallinen tarve.

<b>Mittauksen ajallinen tarve</b>	Tarvitaanko mittausta esim 8h per päivä vai riittääkö 1 pv kerran viikossa? Huomioikaa myös malleihin yms tietokoneella tehtäviin töihin tarvittava aika.
-----------------------------------	---

Kuva 7. Mittauksen ajallinen tarve

### 6.2.4 Tarkkeiden mittaus

Tarkkeiden mittaus on erittäin tärkeää infra-alalla ja tapoja on monia, joten ohjeesta löytyy kohta tarkkeiden mittaus. Tähän kohtaan (kuva 8) laitetaan kaikki asiat, joista halutaan tarkkeet ja millä laitteella tarkkeet otetaan.

<b>Tarkkeiden mittaus</b>	Kuka mittaa ja mitä mittaa, ottaako mittamies kaiken? Ottaako konekuskit? Hyväksyykö tilaaja? Mistä <b>tarvitaan</b> tarkkeet?
---------------------------	--

Kuva 8. Tarkkeiden mittaus

### 6.2.4 Tehtävät

Mittauksessa on erittäin paljon erilaisia tehtäviä. Tämä tehtävät valikko (kuva 9) helpottaa ohjeen täyttämistä pikavalinta ruuduillaan. Erilaisia tehtäviä voidaan lisätä ohjeeseen lisää myöhemmin tarpeen ilmetessä tai urakkakohtaisesti.

Tehtävät	<input type="checkbox"/> Massojen laskenta	<input type="checkbox"/> Jakavan kartoitus	<input type="checkbox"/> Valintaruutu 9	<input type="checkbox"/> Valintaruutu 12	<input type="checkbox"/> Valintaruutu 15
	<input type="checkbox"/> Pintojen kartoitus	<input type="checkbox"/> Kantavan kartoitus	<input type="checkbox"/> Valintaruutu 10	<input type="checkbox"/> Valintaruutu 13	<input type="checkbox"/> Valintaruutu 16
	<input type="checkbox"/> Putkien kartoitus	<input type="checkbox"/> Perusmaan kartoitus	<input type="checkbox"/> Valintaruutu 11	<input type="checkbox"/> Valintaruutu 14	<input type="checkbox"/> Valintaruutu 17

Kuva 9. Mittaus tehtävät

## 7 Yhteenveto

Mittaus on muuttunut paljon viimeisessä viidessä vuodessa ja tämän takia Terrawise tarvitsi mittaustyöohjeen, koska mittamies ei ole enää päivittäin työmaalla mittaamassa. Mestarityön tarkoituksena oli tehdä toimiva mittaustyöohje Terrawisen infrayksikölle, joka yhtenäistäisi kaikkien työmaiden toimintatapoja ja samalla helpottaisi mittamiehen työskentelyä. Urakan alussa täytettäisiin mittaussuunnitelma ja tämän pohjalta pidettäisiin seurantapalavereja ja päivitetäisiin suunnitelmaa sen mukaan. Ohje toisi myös työpäälliköille helpotusta, koska ohjeesta nähtäisiin mitä on sovittu mittamiehen kanssa alussa.

## Lähteet

- 1 **Koneviesti.** Koneviestin kotisivut. [www.koneviesti.fi](http://www.koneviesti.fi). [Online] 12.7.2019 <https://www.koneviesti.fi/artikkelit/mit%C3%A4-on-tietomallinnus-maanrakennuksessa-1.174481>
- 2 **InfraRYL 18000**
- 3 **Navdata.** Tampereen kotisivut. [www.tampere.fi](http://www.tampere.fi). [Online] 14.7.2019 [https://www.tampere.fi/ytoteto/kaupunkimittaus/maastotietopalvelu/ikaalinen06/navdata\\_gnss.pdf](https://www.tampere.fi/ytoteto/kaupunkimittaus/maastotietopalvelu/ikaalinen06/navdata_gnss.pdf)
- 4 **Opetushallitus.** Opetushallituksen kotisivut. [www.edu.fi](http://www.edu.fi) [Online] 19.7.2019 <http://www04.edu.fi/kaytannonfysiikka/mittaaminen.asp>
- 5 **Rakennustieto.** Rakennustiedon kotisivut. [www.rakennustieto.fi](http://www.rakennustieto.fi). [Online] 19.7.2019 <https://www.rakennustieto.fi/infraryl/extra/yleista.html.stx>
- 6 **Buildingsmart.** Buildingsmartin kotisivut. [www.buildingsmart.fi](http://www.buildingsmart.fi). [Online] 20.7.2019 [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019\\_1.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019_1.pdf)
- 7 **Rakennustieto.** Rakennustiedon kotisivut. [www.rakennustieto.fi](http://www.rakennustieto.fi). [Online] 19.7.2019 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010301.pdf>
- 8 **Väylä.** Väylän kotisivut. [www.vayla.fi](http://www.vayla.fi) [Online] 30.7.2019 <https://vayla.fi/palveluntuottajat/inframallit/mika-on-tietomalli-#.XT18OHuU9PY>
- 9 **Buildingsmart.** Buildingsmartin kotisivut. [www.buildingsmart.fi](http://www.buildingsmart.fi) [Online] 25.7.2019 <https://buildingsmart.fi/tag/tietomalli/>
- 10 **Skanska.** Skanskan kotisivut. [www.skanska.fi](http://www.skanska.fi) [Online] 27.7.2019 <https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/skanska-suomessa/tietomallintaminen/>
- 11 **Tekniikka ja talous.** Lehti. [www.tekniikkajatalous.fi](http://www.tekniikkajatalous.fi). [Online] 6.8.2019 <https://www.tekniikkatalous.fi/blogit/rakentamisen-tietomallinnuksen-osaamisvaje-on-tilaajaorganisaatioissa-tilaaja-ei-tieda-mita-tilaa-tyomaa-ei-saa-mita-tarvitsee/40ae03d9-cec8-337d-9cee-3f9be56aeda5>

## Petri Sjöholm Terrawise Oy, työmaapäällikkö

1. Olisiko mittaustyöohje hyvä apuväline kommunikointiin työmaiden kanssa? Miksi? Äärimmäisen hyvä opinnäytetyön aihe. Ennen jokaisen työmaan aloitusta tulee tehdä selväksi työnjohdon, mittausryhmän ja tekijäporukan kanssa mitä mitataan / toleranssit, mittaustiheys + tarkkeet, miten ja mistä tarkkeet otetaan, miten kaivot, linjat, louhinnat ym. merkitään. Kaikki selväksi siten, ettei mitään jää ottamatta ja kaikki mittaukset tulee tehdä / tarkkeet otetuksi. Näin minimoidaan ongelmat työn etenemisessä sekä luovutusaineston puutteellisuuksissa. Mittamiehiä on eri taito- ja kokemustasoilta, eikä aina pääse valitsemaan sitä tuttua ja turvallista mittaustyönjohtajaa omalle työmaalle.
2. Mitä haluaisit, että ohje sisältää?
3. Olisiko seurantalaverit hyvä lisä ohjeelle? Kyllä, alkuun tiheämmin ja homman sujutessa harvemmin.
4. Olisiko ohjeeseen työmailla jotain erityistarpeita?
5. muuta?

## Ilkka Koskinen Terrawise Oy, Projekti-insinööri

1. Olisiko mittaustyöohje hyvä apuväline kommunikointiin työmaiden kanssa? Miksi? Ehdottoman tarpeellinen, sillä saadaan mittauksen runko vastaamaan urakoiden määräseurantaa liiketoimialan yhtenäisellä käytännöllä. Lisäksi se tuo esille urakan erityisvaatimukset heti urakan alussa, jolloin kaikki osapuolet (mittaaja, konekusi ja työnjohtaja) on perillä siitä että miten tarkkeet ja muut mittaukset tehdään.
2. Mitä haluaisit, että ohje sisältää? Selkeän työnjaon missä tulee selvittää kuka vastaa mistäkin mittauksesta. Lisäksi ohjeet siitä et miten mikäkin työvaihe mitataan (mittaustiheys, mittauspiste, jne...)
3. Olisiko seurantalaverit hyvä lisä ohjeelle? Kyllä mittaajan ja työnjohtajan välillä on tarve pitää kk-palaveri tilanteesta, tosin se voi olla jatkuvaakin kommunikaatiota. Mutta työnjohtajan pitää olla perillä siitä et mikä on mittauksen tilanne ja saada määräseurantaa varten tiedot, että laskutus ja aikatauluseuranta on mahdollisia.
4. Olisiko ohjeeseen työmailla jotain erityistarpeita? Jokaisella työmaalla on omat erityispiirteensä ja se työohje on luotava vastaamaan työmaan tarpeita.
5. muuta?

## Mikko Säynäjäkangas Terra3D, Mittaustyönjohtaja

6. Olisiko mittaustyö ohje hyvä apuväline kommunikointiin työmaiden kanssa? Miksi?
7. Mitä haluaisit, että ohje sisältää?
8. Olisiko seurantapalaverit hyvä lisä ohjeelle?
9. Olisiko ohjeeseen mittauksella jotain erityistarpeita?
10. muuta?

1. Kyllä. Selkeä vastuunjako on tärkeää varsinkin mittausten osalta, koska työ on paljolti "näkymätöntä". Muussa tapauksessa saatetaan huomata urakan lopussa, että luovutusaineistosta puuttuu jotakin tärkeää.
2. Mitä mitataan, kuka mittaa ja miten informaatio mittaustarpeiden ajankohdista liikkuu, mikäli mittamies ei ole päivittäin työmaalla.
3. Palavereita olisi hyvä ajoittain pitää, jotta saadaan kaikki "hiljainen" tieto kaikille osapuolille esim. asiat, jotka on sovittu palavereissa, joissa mitta tai konekukset eivät ole läsnä.
4. Ohjeessa olisi hyvä olla maininta, mikäli tilaajalla on erityisvaatimuksia mittausten osalta. Tilaajalla saattaa olla oma mittausohje ja koodilista. On kustannustehokasta mitata kaikki kerralla ja oikeilla koodeilla.
5. Kaivinkonekuskille voisi olla oma osionsa ihan mittauksen perusteista. Ohjeen tulisi sisältää ainakin seuraavat asiat:

-muistakaa mitata tarkkeet

-erityisesti taitekohdat, putkien päät, tekniikka jne.

-paineviemärit mitataan putken päältä, viettoviemärit vesijuoksusta jne.

-käytetään sovittua koodausta